

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-311948

(43)Date of publication of application : 09.11.2001

(51)Int.Cl. G02F 1/13363  
G02F 1/1337

(21)Application number : 2000-128444

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 27.04.2000

(72)Inventor : MIYAJI KOICHI

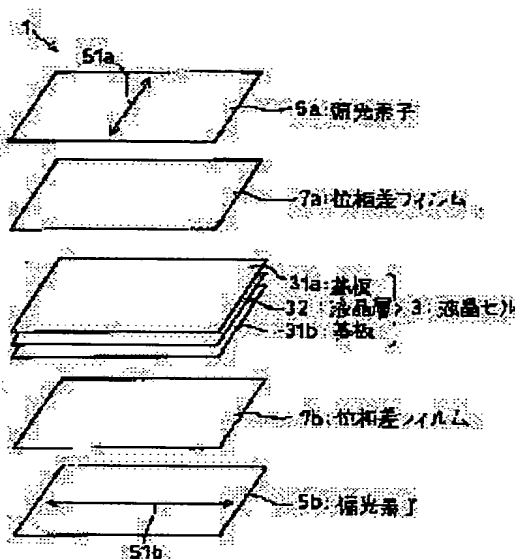
YAMAHARA MOTOHIRO

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND METHOD AND DEVICE FOR SELECTING RETARDATION

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal display device of a perpendicular alignment mode in which the retardation between an optical retardation film and a liquid crystal layer is controlled to the optimum value, and to provide a method and an operational device to derive the optimal retardation range by a small number pf process.

**SOLUTION:** When the retardation of the liquid crystal cell 3 and the retardation of the optical retardation films 7a, 7b are to be determined into a proper combination in the liquid crystal display device 1, one combination is first selected, and the voltage-transmittance curve Ta in the direction (A) which is the largest angle in the desired viewing angle range and makes 45° angle with the absorption axes 51a, 51b of the polarizing elements 5a, 5b in the plane direction is derived. Further, a peak voltage in the curve Ta is defined as a white voltage Vw. Then the display quality such as contrast in the direction (A) is evaluated based on the white voltage Vw to derive the optimum combination.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

12.07.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-311948  
(P2001-311948A)

(43) 公開日 平成13年11月9日 (2001.11.9)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 2 F 1/13363		G 0 2 F 1/13363	2 H 0 9 0
1/1337	5 0 5	1/1337	5 0 5 2 H 0 9 1

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2000-128444 (P2000-128444)

(22) 出願日 平成12年4月27日 (2000.4.27)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 宮地 弘一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 山原 基裕

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100080034

弁理士 原 謙三

Fターム(参考) 2H090 KA07 LA04 LA06 MA01 MA15

2H091 FA11X FA11Z GA11 HA09

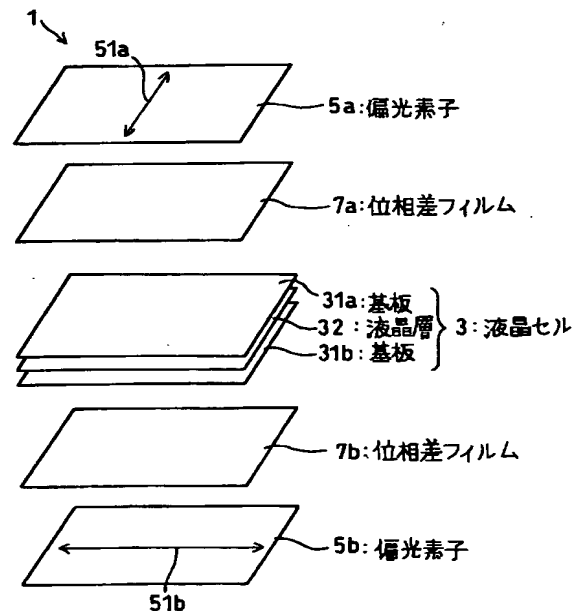
KA02 LA17 LA19

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置、並びに、そのリターデーション選択方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 垂直配向モードの液晶表示装置において、位相差フィルムと液晶層とのリターデーションが最適な値に設定された液晶表示装置、並びに、当該範囲を少ない手間で導出可能な方法および演算装置を提供する。

【解決手段】 液晶表示装置1において、液晶セル3のリターデーションと、位相差フィルム7a・7bのリターデーションとを適切な組み合わせに設定する際、ある組み合わせにおいて、所望とする視野角のうちで最も傾き、かつ、面内方向で、偏光素子5a・5bの吸収軸51a・51bと45度の角度となる方向Aでの電圧-透過率曲線Taを導出する。さらに、当該曲線Taの極大値となる電圧を白電圧Vwとして設定する。その後、当該白電圧Vwに基づいて、方向Aでのコントラストなどの表示品位を評価して、最適な組み合わせを導出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】基板表面に垂直配向膜が塗布され、負の誘電率異方性を有する液晶を含む液晶層と、液晶層の両側に配された偏光素子と、両偏光素子間に配された位相差フィルムとを有し、液晶分子が概ね基板に対して垂直に配向している状態に黒表示を行う液晶表示装置において、

上記位相差フィルムの厚さ方向のリターデーションの合計  $R_{th}$  と、上記液晶層のリターデーション  $R_{lc}$  とが、

$$R_{th} \leq R_{lc} + 150 \text{ nm}$$

$$R_{th} \geq 1.25 \cdot R_{lc} - 262.5 \text{ nm}$$

$$R_{lc} \geq 75 \text{ nm}$$

、および、

$$R_{th} \geq 30 \text{ nm}$$

を満たしていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】上記位相差フィルムの厚さ方向のリターデーションの合計  $R_{th}$  と、上記液晶層のリターデーション  $R_{lc}$  とが、

$$R_{th} \leq 1.5 \cdot R_{lc} + 80 \text{ nm}$$

、かつ、

$$R_{lc} \geq 155 \text{ nm}$$

を満たしていることを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 3】基板表面に垂直配向膜が塗布され、負の誘電率異方性を有する液晶を含む液晶層と、液晶層の両側に配された偏光素子と、両偏光素子間に配された位相差フィルムとを有し、液晶分子が概ね基板に対して垂直に配向している状態に黒表示を行う液晶表示装置において、

上記位相差フィルムの厚さ方向のリターデーションの合計  $R_{th}$  と、上記液晶層のリターデーション  $R_{lc}$  とが、

$$R_{th} \leq 1.5 \cdot R_{lc} + 80 \text{ nm}$$

、かつ、

$$R_{lc} \geq 155 \text{ nm}$$

を満たしていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 4】上記位相差フィルムの厚さ方向のリターデーションの合計  $R_{th}$  が、

$$R_{th} \leq 250 \text{ nm}$$

、かつ、

$$R_{lc} \geq 30 \text{ nm}$$

を満たしていることを特徴とする請求項 1、2 または 3 記載の液晶表示装置。

【請求項 5】上記液晶層には、画素毎に液晶分子の応答方向が異なる複数の領域が設けられていることを特徴とする請求項 1、2、3 または 4 記載の液晶表示装置。

【請求項 6】上記液晶層では、画素毎に液晶分子の応答方向が概ね軸対称に設定されていることを特徴とする請求項 1、2、3 または 4 記載の液晶表示装置。

【請求項 7】上記軸対称配向の軸は、各画素毎に複数設けられていることを特徴とする請求項 6 記載の液晶表示装置。

【請求項 8】基板表面に垂直配向膜が塗布され、負の誘電率異方性を有する液晶を含む液晶層と、液晶層の両側に配された偏光素子と、両偏光素子間に配された位相差フィルムとを有し、液晶分子が概ね基板に対して垂直に配向している状態に黒表示を行う液晶表示装置のリターデーション選択方法であって、

10 上記液晶層のリターデーションと位相差フィルムのリターデーションとの組み合わせを導出する際、所望の表示品位と、当該表示品位を確保したい視野角とを設定する条件設定工程と、

上記視野角のうち、上記基板の法線方向から最も傾き、かつ、上記基板の面内方位が、上記偏光素子の吸収軸と 45 度の角度をなす第 1 の方向における上記液晶表示装置の電圧-透過率特性を導出し、極大点を白電圧として決定する印加電圧決定工程と、

20 決定された白電圧に基づいて、表示品位が上記所望の表示品位を満足するか否かを判定する判定工程とを含んでいることを特徴とする液晶表示装置のリターデーション選択方法。

【請求項 9】上記条件設定工程で設定される表示品位は、上記視野角内で維持すべき最低コントラストであり、

上記判定工程は、上記第 1 の方向におけるコントラストと上記最低コントラストとを比較して判定することを特徴とする請求項 8 記載の液晶表示装置のリターデーション選択方法。

30 【請求項 10】上記条件設定工程で設定される表示品位は、上記基板の正面方向における白電圧印加時の透過率であることを特徴とする請求項 8 または 9 記載の液晶表示装置のリターデーション選択方法。

【請求項 11】さらに、上記白電圧と、上記基板の正面方向における電圧-透過率特性とに基づいて、中間階調の印加電圧を決定する中間階調電圧決定工程を含み、

40 上記条件設定工程で設定される表示品位は、上記正面方向における各階調電圧-透過率特性と、上記第 1 方向における各階調電圧-透過率特性との相似の程度であることを特徴とする請求項 8、9 または 10 記載の液晶表示装置のリターデーション選択方法。

【請求項 12】基板表面に垂直配向膜が塗布され、負の誘電率異方性を有する液晶を含む液晶層と、液晶層の両側に配された偏光素子と、両偏光素子間に配された位相差フィルムとを有し、液晶分子が概ね基板に対して垂直に配向している状態に黒表示を行う液晶表示装置のリターデーション選択装置であって、

50 上記液晶層のリターデーションと位相差フィルムのリターデーションとの組み合わせを導出する際、所望の表示品位と、当該表示品位を確保したい視野角とを設定する

条件設定手段と、  
上記視野角のうち、上記基板の法線方向から最も傾き、かつ、上記基板の面内方位が、上記偏光素子の吸収軸と 45 度の角度をなす第 1 の方向における上記液晶表示装置の電圧－透過率特性を導出し、極大点を白電圧として決定する印加電圧決定手段と、  
決定された白電圧に基づいて、表示品位が上記所望の表示品位を満足するかどうかを判定する判定手段とを備えていることを特徴とする液晶表示装置のリターデーション選択装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、垂直配向モードの液晶表示装置に関するものであり、位相差フィルムと液晶層とのリターデーションが最適な値に設定された液晶表示装置、並びに、当該範囲を少ない手間で導出可能なリターデーション選択方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】CRT に比べて消費電力や寸法を削減しやすい液晶表示装置は、例えば、ワードプロセッサやコンピュータあるいはテレビジョンの画面として、広く普及している。ここで、近年、TN 方式に比べて表示のコントラストが高く、応答速度の速い方式として、負の誘電率異方性を有するネガ型液晶材料と、垂直方向の配向膜とを組み合わせた VA (Verticically Aligned) 方式の液晶表示装置が注目されている。

【0003】当該 VA 方式の液晶表示装置は、例えば、特開平 11-258605 号公報に開示されているように、液晶分子の旋光モードではなく、複屈折モードを利用するものであって、電圧無印加状態では、垂直に配向した液晶分子が殆ど複屈折性を示さず、黒表示になると共に、電圧印加時には、液晶分子が傾斜して、基板に略水平となり、大きな複屈折性を示して白表示になる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記構成の液晶表示装置では、複屈折モードで動作するため、視野角の拡大が難しく、位相差フィルムが設けられることが多い。ところが、視野角を拡大するためには、位相差フィルムのリターデーションと液晶層のリターデーションとを好適な値に設定する必要があるにも拘らず、リターデーションの適切な組み合わせの導出方法は確立されていないため、多くの計算量や測定数などが必要となってしまう。この結果、好適な値に設定された液晶表示装置を実現することが難しいという問題を生じる。

【0005】具体的には、実験で表示品位を測定する場合には、液晶表示装置を作成する必要があり、手間がかかる。一方、シミュレーションで算出する場合であっても、液晶分子の平衡状態を計算して、配向状態を算出する必要があるため、計算量が大きくなってしまふ。した

がって、好適な組み合わせを導出するために、無作為にリターデーションを設定し、任意の方向での実験／表示品位評価を繰り返したとすると、非常に大きな手間がかかってしまう。

【0006】また、液晶表示装置では、印加電圧によって、透過率が変化するが、電圧－透過率曲線は、線形でないだけでなく、視角によって大きく変化する。したがって、白表示時の印加電圧の設定によっても、視角特性が変化する。この結果、さらに、好適なリターデーション選定に必要な手間が多くなってしまふ。

【0007】本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、垂直配向モードの液晶表示装置において、位相差フィルムと液晶層とのリターデーションが最適な値に設定された液晶表示装置、並びに、当該範囲を少ない手間で導出可能なリターデーション選択方法および装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係る液晶表示装置は、上記課題を解決するために、基板表面に垂直配向膜が塗布され、負の誘電率異方性を有する液晶を含む液晶層と、液晶層の両側に配された偏光素子と、両偏光素子間に配された位相差フィルムとを有し、液晶分子が概ね基板に対して垂直に配向している状態に黒表示を行う液晶表示装置において、上記位相差フィルムの厚さ方向のリターデーションの合計  $R_{th}$  と、上記液晶層のリターデーション  $R_{lc}$  とが、 $R_{th} \leq R_{lc} + 150 \text{ nm}$ 、 $R_{th} \geq 1.25 \cdot R_{lc} - 262.5 \text{ nm}$ 、 $R_{lc} \geq 75 \text{ nm}$ 、および、 $R_{th} \geq 30 \text{ nm}$  を満たしていることを特徴としている。

【0009】上記構成では、液晶層および位相差フィルムのリターデーション組み合わせについて上限および下限が設定されており、当該範囲に設定すれば、基板の法線方向から 60 度傾いた方向までの視角範囲全般において、階調反転することなく、コントラスト 5 以上を維持できる。この結果、斜め視角の表示品位の良好な液晶表示装置を確実に実現できる。

【0010】上記構成の液晶表示装置は、さらに、上記位相差フィルムの厚さ方向のリターデーションの合計  $R_{th}$  と、上記液晶層のリターデーション  $R_{lc}$  とが、 $R_{th} \leq 1.5 \cdot R_{lc} + 80 \text{ nm}$ 、かつ、 $R_{lc} \geq 155 \text{ nm}$  を満たしている方が好ましい。

【0011】当該構成によれば、液晶表示装置の正面方向の透過率を空気の透過率の 0.2 倍以上に保つことができる。この結果、正面方向の輝度、コントラストを損なうことなく、斜め視角の表示品位が良好な液晶表示装置を確実に実現できる。

【0012】また、本発明に係る液晶表示装置は、上記課題を解決するために、基板表面に垂直配向膜が塗布され、負の誘電率異方性を有する液晶を含む液晶層と、液晶層の両側に配された偏光素子と、両偏光素子間に配さ

れた位相差フィルムとを有し、液晶分子が概ね基板に対して垂直に配向している状態に黒表示を行う液晶表示装置において、上記位相差フィルムの厚さ方向のリターデーションの合計  $R_{th}$  と、上記液晶層のリターデーション  $R_{lc}$  とが、 $R_{th} \leq 1.5 \cdot R_{lc} + 80 \text{ nm}$ 、かつ、 $R_{lc} \geq 155 \text{ nm}$  を満たしていることを特徴としている。

【0013】上記構成でも、液晶層および位相差フィルムのリターデーション組み合わせについて上限および下限が設定されており、当該範囲に設定すれば、基板の法線方向から 60 度傾いた方向までの視角範囲全般において、階調反転することなく、しかも、正面方向の透過率を空気の透過率の 0.2 倍以上に保つことができる。この結果、正面方向の輝度、コントラストを損なうことなく、斜め視角の表示品位が良好な液晶表示装置を確実に実現できる。

【0014】さらに、上記各構成の液晶表示装置は、上記位相差フィルムの厚さ方向のリターデーションの合計  $R_{th}$  が、 $R_{th} \leq 250 \text{ nm}$ 、かつ、 $R_{lc} \geq 30 \text{ nm}$  を満たしている方が望ましい。

【0015】当該構成によれば、基板の法線方向から 60 度傾いた方向までの視角範囲全般において、正面方向における電圧-透過率特性と概ね相似した電圧-透過率特性を保つことができる。この結果、液晶表示装置に表示される画像は、上記視角範囲のいずれの方向から見ても、各階調間の明るさの比率が概ね同様の値になり、斜め視角の階調特性が良好な液晶表示装置を実現できる。

【0016】また、上記各構成の液晶表示装置において、上記液晶層には、画素毎に液晶分子の応答方向が異なる複数の領域が設けられていてもよい。さらに、上記液晶層では、画素毎に液晶分子の応答方向が概ね軸対称に設定されていてもよい。加えて、上記軸対称配向の軸は、各画素毎に複数設けられていてもよい。これらの構成によれば、画素の配向分割によって、互いの領域が光学補償しあうので、より斜め視角の表示品位が良好な液晶表示装置を実現できる。

【0017】一方、本発明に係る液晶表示装置のリターデーション選択方法は、基板表面に垂直配向膜が塗布され、負の誘電率異方性を有する液晶を含む液晶層と、液晶層の両側に配された偏光素子と、両偏光素子間に配された位相差フィルムとを有し、液晶分子が概ね基板に対して垂直に配向している状態に黒表示を行う液晶表示装置のリターデーション選択方法であって、上記課題を解決するために、上記液晶層のリターデーションと位相差フィルムのリターデーションとの組み合わせを導出する際、所望の表示品位と、当該表示品位を確保したい視野角とを設定する条件設定工程と、上記視野角のうち、上記基板の法線方向から最も傾き、かつ、上記基板の面内方位が、上記偏光素子の吸収軸と 45 度の角度をなす第 1 の方向における上記液晶表示装置の電圧-透過率特性

を導出し、極大点を白電圧として決定する印加電圧決定工程と、決定された白電圧に基づいて、表示品位が上記所望の表示品位を満足するか否かを判定する判定工程とを含んでいることを特徴としている。なお、例えば、電圧-透過率特性など、液晶表示装置の特性は、シミュレーションによって算出してもよいし、実験して導出してもよい。

【0018】上記構成では、所望の視野角と、偏光素子の吸収軸の方向とに基づいて、表示品位が最も悪い第 1 の方向を決定し、当該第 1 の方向の電圧-透過率曲線の極大値を白電圧として決定する。これにより、例えば、所定の電圧を白電圧として決定したり、他の方向の透過率に基づいて白電圧を決定する場合などに比べて、より少ない計算量または測定量で、上記視野角内で階調反転しない範囲で最も高く白電圧を設定できる。この結果、視野角内で階調反転せず、しかも、最も表示品位の高いリターデーションの組み合わせを、比較的少ない手間で導出できる。

【0019】また、上記構成において、上記条件設定工程で設定される表示品位は、上記視野角内で維持すべき最低コントラストであり、上記判定工程は、上記第 1 の方向におけるコントラストと上記最低コントラストとを比較して判定してもよい。

【0020】当該構成によれば、上記視野角内で最も表示品位の悪い第 1 の方向のコントラストが所望の条件を満たす組み合わせを導出できる。したがって、上記視野角内全域で、少なくとも上記最低コントラストを確保可能なリターデーション組み合わせを比較的少ない手間で導出できる。

【0021】さらに、上記各構成において、上記条件設定工程で設定される表示品位は、上記基板の正面方向における白電圧印加時の透過率であってもよい。当該構成によれば、正面方向の輝度およびコントラストが良好な液晶表示装置を実現するためのリターデーション組み合わせを導出できる。

【0022】また、上記各構成において、さらに、上記白電圧と、上記基板の正面方向における電圧-透過率特性とに基づいて、中間階調の印加電圧を決定する中間階調電圧決定工程を含み、上記条件設定工程で設定される表示品位は、上記正面方向における各階調電圧-透過率特性と、上記第 1 方向における各階調電圧-透過率特性との相似の程度であってもよい。

【0023】上記構成では、上記印加電圧決定工程で決められた白電圧に基づいて、中間階調電圧を決定した後、第 1 の方向と正面方向と階調電圧-透過率特性の相似の程度を判定する。この結果、液晶表示装置に表示される画像を上記視野角内のいずれの方向から見た場合であっても、各階調間の明るさの比率が類似するような、リターデーション組み合わせを、比較的少ない手間で導出できる。

【0024】また、本発明に係る液晶表示装置のリターデーション選択装置は、基板表面に垂直配向膜が塗布され、負の誘電率異方性を有する液晶を含む液晶層と、液晶層の両側に配された偏光素子と、両偏光素子間に配された位相差フィルムとを有し、液晶分子が概ね基板に対して垂直に配向している状態に黒表示を行う液晶表示装置のリターデーション選択装置であって、上記課題を解決するために、上記液晶層のリターデーションと位相差フィルムのリターデーションとの組み合わせを導出する際、所望の表示品位と、当該表示品位を確保したい視野角とを設定する条件設定手段と、上記視野角のうち、上記基板の法線方向から最も傾き、かつ、上記基板の面内方位が、上記偏光素子の吸収軸と45度の角度をなす第1の方向における上記液晶表示装置の電圧-透過率特性を導出し、極大点を白電圧として決定する印加電圧決定手段と、決定された白電圧に基づいて、表示品位が上記所望の表示品位を満足するか否かを判定する判定手段とを備えていることを特徴としている。なお、上記印加電圧決定手段および判定手段は、シミュレーションによって、液晶表示装置の特性を算出してもよいし、実験結果の入力に基づいて液晶表示装置の特性を導出してもよい。

【0025】上記リターデーション選択装置は、上述のリターデーション選択方法で液晶層のリターデーションと位相差フィルムのリターデーションとの組み合わせを導出するので、例えば、所定の電圧を白電圧として決定したり、他の方向の透過率に基づいて白電圧を決定する場合などに比べて、より少ない計算量または測定量で、上記視野角内で階調反転しない範囲で最も高く白電圧を設定できる。この結果、視野角内で階調反転せず、しかも、最も表示品位の高いリターデーションの組み合わせを、比較的少ない手間で導出できる。

#### 【0026】

【発明の実施の形態】〔第1の実施形態〕本発明の一実施形態について図1ないし図7に基づいて説明すると以下の通りである。すなわち、本実施形態に係る液晶表示装置1は、図1に示すように、基板31a・31bで挟持された液晶層32を含む液晶セル3と、液晶セル3の両側に配された偏光素子5a・5bと、液晶セル3と偏光素子5aとの間、および液晶セル3と偏光素子5bとの間に、それぞれ配された負フィルムの位相差フィルム7a・7bとを備えている。

【0027】上記両偏光素子5a・5bの吸収軸51a・51bの方向は、直交するように設定されている。また、位相差フィルム7a・7bの遅相軸の向き（面内方向）は、偏光素子5a・5bの吸収軸51a・51bに対して45度になるように設定されている。

【0028】一方、上記液晶セル3は、垂直配向（VA）方式の液晶セルであって、薄膜トランジスタ（TFT）と画素電極33（後述）とをマトリクス状に配列し

たTFT基板（基板31a・31bの一方）と、対向電極を有するカラーフィルター（CF）基板（基板31a・31bの他方）とに、図示しない垂直配向膜を印刷し、両基板31a・31bを貼り合わせると共に、両基板31a・31bの間に負の誘電率異方性を有する液晶層32を封入して作成する。これにより、電圧無印加時には、液晶層32の液晶分子が略垂直に配向すると共に、電圧印加時には、液晶分子が傾斜して水平に配向できる。さらに、本実施形態に係る液晶セル3では、図2に示すように、一方の基板31a（31b）に設けられた各画素電極33に、略四角錐状の突起34が形成されている。上記突起34は、各斜面の方向、より詳細には、各斜面に垂直な方向を基板31a・32aの面内に投影した方向が、上記偏光素子5a・5bの吸収軸51a・51bと45度の角度をなすように設定されており、突起34の近傍では、液晶分子が各斜面に垂直になるように配向する。加えて、電圧印加時において、突起34の部分の電界は、突起34の斜面に平行になる方向に傾く。これらの結果、電圧印加時に液晶分子が傾斜する際、面内方向では、吸収軸51a・51bに対して45度方向に傾きやすくなっている。なお、上記各突起34は、上記TFT基板上に、光感応性樹脂を塗布し、フォトリソグラフィ工程で加工することで形成できる。

【0029】上記構成の液晶表示装置1において、液晶層32の液晶分子は、電圧無印加時には、突起34近傍の少数分子を除いて、基板31a（31a）の表面に対して、略垂直に配向し、液晶層32が殆ど複屈折性を持たない。この結果、良好な黒表示が得られる。一方、画素電極33に電極を印加した場合、画素電極33に対応する画素の液晶分子は、面内方向で吸収軸51a・51bと45度の角度をなすように傾斜して、基板31a・31bの表面に対して略水平に配向する。この結果、液晶層32が強い複屈折性を持ち、当該画素が白表示になる。

【0030】また、中間階調の電圧が印加された場合、当該画素の液晶分子は、基板31a・31bと水平にならないので、液晶表示装置1の使用者（観察者）が、液晶分子の長軸方向から見ると、黒表示に見えてしまう。ところが、本実施形態では、1画素が各斜面に対応して複数（この例では4つ）に配向分割されているため、当該画素のうち、液晶分子が他の方向に配向している部分からの透過光が、上記方向の使用者に伝えられる。この結果、配向分割していない場合に比べて、より広い視角から、中間階調を識別できる。

【0031】ここで、斜め視角からの表示品位は、上記両位相差フィルム7a・7bのリターデーションの合計Rthと、液晶セル3のリターデーションRlcとに応じて大きく変動するため、良好な表示品位を持った液晶表示装置1を実現するためには、これらの値を適切な値に選定する必要がある。ところが、上述したように、好

10

20

30

40

50

適な組み合わせを導出するために、無作為にリターデーションを設定し、任意の方向での実験／表示品位評価を繰り返したとすると、非常に大きな手間がかかってしまう。

【0032】本実施形態では、液晶表示装置1の構造と視野角 $\alpha$ とから決定される方向Aでの電圧－透過率曲線Taに基づいて、白電圧Vwを決定し、表示品位が所望の条件を満たすか否かを判定することによって、大きな手間をかけることなく、特に、斜め視角時に高いコントラストが得られる数値範囲を見出した。

【0033】ここで、本実施形態では、液晶表示装置1の特性をシミュレーションで求めており、以下の各ステップは、例えば、図3に示す演算装置（リターデーション選択装置）101によって実施される。当該演算装置101には、指定された電圧が印加された液晶表示装置1の任意の角度における透過率をシミュレーションによって導出するシミュレーション処理部102と、シミュレーションに必要なパラメータを記憶するパラメータ記憶部103と、視野角 $\alpha$ やコントラストなど所望の条件を設定する条件設定部（条件選択手段）104と、リターデーションRthおよびRlcを選択するリターデーション設定部105と、上記シミュレーション処理部102を制御して、上記リターデーションRth・Rlcを有する液晶表示装置1が所望の視野角 $\alpha$ 内で階調反転しない範囲の白電圧および黒電圧を導出する印加電圧決定部（印加電圧決定手段）106と、上記シミュレーション処理部102を制御して当該電圧が印加される液晶表示装置1のコントラストを評価する評価部（判定手段）107とが設けられている。なお、上記各部材102～107は、例えば、CPUなどの演算部がROMやRAMなどの記憶部に格納されたプログラムを実行することで実現される機能ブロックであり、演算部や記憶部を有するコンピュータが、上記プログラムを記録した記\*

$$Rth = dth \cdot \{ (n1 + n2) / 2 - n3 \} \\ = dth \cdot (n1 - n3)$$

となる。なお、上式（1）において、dthは、位相差フィルム7a・7bのフィルム厚の合計である。一方、※

$$Rlc = dlc \cdot \Delta n$$

であり、リターデーションRlcの初期値（例えば、10nm）は、複屈折率 $\Delta n$ と、上記S1で設定した液晶セル3のセル厚dlcと、複屈折率 $\Delta n$ とに基づいて導出される。なお、リターデーションRlcおよびRthとして設定可能な値であれば、先にリターデーションRlc、Rthを設定し、上記式（1）、式（2）に基づいて、厚みdlc、dthを逆算してもよい。

【0036】上記S1およびS4にて、リターデーションRlcおよびRthの初期値が設定されると、S5において、印加電圧決定部106は、最も表示品位の悪い方向（方向A）として、面内方向で偏光素子5a・5bの吸収軸51a・51bと45度をなし、かつ、上記S

\*録媒体から読み出したり、通信路を介して伝送するなどして、上記プログラムを取得し、実行することによって、当該コンピュータは、演算装置101として動作できる。

【0034】上記構成の演算装置101では、図4に示すステップ1（以下では、S1のように略称する）において、例えば、使用者の指示などに基づいて、任意の電圧が印加した場合の任意方向における液晶表示装置1の透過率を導出するためのパラメータがパラメータ記憶部103に設定される。当該パラメータには、液晶のパラメータとして、例えば、弾性定数、誘電率、屈折率およびヘリカルピッチなどが含まれる。また、上記パラメータには、液晶セル3のパラメータとして、例えば、セル厚、アンカリングエネルギー、プレチルト角、並びに、セル構造を示すパラメータなどが含まれる。上記S1にて、パラメータが設定されると、演算装置101のシミュレーション処理部102は、S2において、上記パラメータに基づき、各電圧における平衡状態を計算し、各電圧での液晶分子の配向状態を計算する。

【0035】一方、条件設定部104は、S3において、例えば、使用者の指示などに基づいて、所望の視野角 $\alpha$ （例えば、60度）と、最小限必要なコントラスト（例えば、5）とを入力する。さらに、S4では、リターデーション設定部105が、例えば、位相差フィルム7a・7bを形成する屈折率楕円体およびフィルム厚などに基づいて、位相差フィルム7a・7bのリターデーションRthの初期値（例えば、10nm）を設定する。具体的には、位相差フィルム7a・7bは、負フィルムであり、面内の屈折率をn1およびn2として、法線方向の屈折率をn3としたとき、n1=n2>n3に設定されているので、位相差フィルム7a・7bのリターデーションRthは、以下の式（1）に示すように、

$$\text{※液晶セル3のリターデーションRlcは、以下の式} \\ (2) \text{に示すように、} \\ \dots (2)$$

3にて決定された最大視角（例えば、基板31a・31bの表面の法線方向とのなす角度が60度）の方向を選択する。さらに、印加電圧決定部106は、シミュレーション処理部102を制御して、図5中、破線に示すように、当該方向Aにおける電圧－透過率曲線Taを導出し、透過率が極大（Xw点）となる電圧を白電圧Vwとして設定する。また、透過率の最小となる電圧を黒電圧Vbとして設定する。

【0037】ここで、上記方向Aは、面内で、上記吸収軸51a・51bと45度をなす角度であり、上記S3にて設定された視野角 $\alpha$ の中で、法線方向から最も離れている。この結果、図5に示すように、正面方向の電圧



一透過率曲線 T f や、面内方向が吸収軸 5 1 a ・ 5 1 b と平行で最大視角の方向 B における電圧一透過率曲線 T b に比べて、表示品位が悪く、透過率の変動範囲が狭いだけでなく、透過率の極大値が存在し、透過率が単調増加する範囲も狭くなっている。したがって、仮に、上記極大値となる電圧を超えた電圧も印加するように設定すると、上記方向 A では、階調反転が発生し、表示画像において、他の方向と明暗が逆転する箇所が出現してしまう。なお、同図では、透過率を空気の透過率を 1 倍とする値で示している。また、電圧の単位は、[V] である。

【0038】ところが、上記 S 5 では、方向 A において、透過率が単調増加する範囲のうち、最も高い電圧を白電圧 (V w) として設定する。この結果、例えば、所定の電圧を白電圧として決定したり、他の方向の透過率に基づいて白電圧を決定する場合などに比べて、より少ない計算量で、上記 S 3 で設定した視野角 α 内で階調反転しない範囲で最も高く、白電圧を設定できる。

【0039】上記 S 5 にて、白電圧 V w および黒電圧 V b が決定されると、評価部 107 は、シミュレーション処理部 102 を制御して、S 6 において、当該電圧が印加された場合の液晶表示装置 1 の表示品位を評価し、S 7 において、良好な視角特性が得られたか否かを判定する。

【0040】本実施形態では、コントラストの最小値が、予め設定された値 (例えば 5) 以上であるか否かで、液晶表示装置 1 の表示品位を評価しており、評価部 107 は、コントラストの最小値として、上記方向 A において、白電圧 V w 印加時の透過率 T a w と黒電圧 V b 印加時の透過率 T a b との比率を算出し、当該値が上記設定値以上であるか否かで表示品位を評価する。なお、両透過率 T a w、T a b は、上記 S 4 にて、電圧一透過率曲線 T a を導出する際に導出されているので、少ない計算量でコントラストの最小値を算出できる。

【0041】上記 S 7 の判定で良好な視角特性が得られた場合は、リターデーション R l c、R t h の組み合わせが適切なので、演算装置 101 は、最適化を終了する。一方、良好な視角特性が得られなかった場合 (上記 S 7 にて、N0 の場合)、評価部 107 は、S 8 において、現在設定されている液晶セル 3 のリターデーション R l c で、これまでにリターデーション R t h を変更したときの表示品位の変動履歴に基づいて、リターデーション R t h をさらに大きくすると特性が悪化するかどうかを推定し、上記リターデーション R l c を変更する必要があるか否かを判定する。例えば、上記表示品位の変動\*

\* の履歴から現在のリターデーション R t h が極大と判断される場合、評価部 107 は、S 9 において、例えば、パラメータ記憶部 103 の値を変更するなどして、液晶セル 3 のセル厚や屈折率を変化させ、液晶セル 3 のリターデーション R l c を、例えば、10 nm ずつなど、所定の値刻みで変更する。その後は、上記 S 2 以降の処理が繰り返される。一方、リターデーション R t h を増加させても、表示品位が低下しないと推定される場合 (上記 S 8 にて、N0 の場合)、評価部 107 は、上記 S 4 以降を繰り返し、リターデーション設定部 105 は、例えば、10 nm ずつなど、位相差フィルム 7 a ・ 7 b のリターデーション R t h を所定の値刻みで増加させて、表示品位を再評価する。

【0042】上記構成では、偏光素子 5 a ・ 5 b の吸収軸 5 1 a ・ 5 1 b と、所望の視野角 α とにより決定される特定の方向 A における電圧一透過率曲線 T a に基づいて、白および黒電圧が決定される。この結果、例えば、所定の電圧を白電圧として決定したり、他の方向の透過率に基づいて白電圧を決定する場合などに比べて、より少ない計算量で、上記視野角 α 内で階調反転しない範囲で最も高く、白電圧を設定できる。したがって、より少ない労力で、所望の視野角 α 内で階調反転せず、しかも、最も透過率が高い (最も明るい) 液晶表示装置 1 を製造できる。

【0043】なお、図 4 のフローチャートでは、良好な視角特性が得られた時点で検索を打ち切っているが、良好な視角特性が得られた後もリターデーション R l c、R t h を変化させて、良好な視角特性が得られる範囲を算出すると、図 6 および図 7 のようになる。この場合でも、リターデーション R l c、R t h の各組み合わせにおいて、視野角 α 内で階調しない範囲で最も明るくなるように、白電圧を設定した状態で視角特性を判定するので、各組み合わせ毎の実験や計算量を削減できる。

【0044】ここで、図 6 の各線は、上記 S 3 で条件として設定される最低コントラストを 2.5 ~ 12.5 まです 2.5 刻みで変化させた場合のそれぞれにおいて、最低コントラストを達成可能なリターデーション R l c、R t h の範囲を示す等高線である。上記のうち、実用的な使用に何ら問題がない値として、コントラスト 5 を選択すると、図 7 の範囲となる。同図を詳細に検討すると、視角 60 度までの範囲で階調反転せず、しかも、当該範囲内で少なくともコントラスト 5 を維持するためには、液晶セル 3 のリターデーション R l c と、位相差フィルム 7 a ・ 7 b のリターデーションの合計 R t h は、以下に示すように、

$$R t h \leq R l c + 150 \text{ nm} \quad \dots (3)$$

$$R t h \geq 1.25 \cdot R l c - 262.5 \text{ nm} \quad \dots (4)$$

$$R l c \geq 75 \text{ nm} \quad \dots (5)$$

$$R t h \geq 30 \text{ nm} \quad \dots (6)$$

を満足する必要があることがわかる。

50 【0045】したがって、液晶表示装置 1 を製造する

際、上記の式(3)～式(6)を満足するように、液晶セル3および位相差フィルム7a・7bのリターデーション $R_{lc}$ 、 $R_{th}$ を設定すれば、斜め視角においても良好なコントラストを確保できる。

【0046】〔第2の実施形態〕ところで、第1の実施形態では、所望の視野角 $\alpha$ 範囲内で所望のコントラストを維持できるか否かによって、液晶表示装置の表示品位を判定した。これに対して、本実施形態では、液晶表示装置の正面方向の輝度およびコントラストに影響する正面方向の白電圧時の透過率に基づいて、表示品位を判定する場合について説明する。

【0047】すなわち、本実施形態では、図8に示すように、図4に示すS3に代えて設けられたS21において、条件設定部104は、良好な視角特性の条件として、正面方向の透過率(例えば、空気の透過率を1倍としたときの0.2倍など)を設定する。また、S6に代えて設けられたS22において、評価部107は、シミュレーション処理部102を制御して、上記S5で決定された白電圧 $V_w$ を印加した場合の正面方向の透過率 $T_{fw}$ を導出し、当該透過率 $T_{fw}$ が上記S21で設定された値以上か否かを評価する。例えば、図9に示す例では、上記S5で決定された白電圧 $V_w$ から、正面方向の透過率 $T_{fw}$ が0.4001程度であり、上記条件を満\*

$$R_{th} \leq 1.5 \cdot R_{lc} + 80 \text{ nm} \quad \dots (7)$$

$$R_{lc} \geq 155 \text{ nm} \quad \dots (8)$$

を満足する必要があることがわかる。

【0049】したがって、液晶表示装置1を製造する際、上記の式(7)および式(8)を満足するように、液晶セル3および位相差フィルム7a・7bのリターデーション $R_{lc}$ 、 $R_{th}$ を設定すれば、正面の輝度およびコントラストを損なわずに、斜め視角の階調反転を抑制できる。

【0050】〔第3の実施形態〕ところで、液晶表示装置1が階調表示する場合、各階調の輝度の比率は、視聴者の視角に拘らず、互いに同一に保たれている方が好ましい。本実施形態では、所望の視野角範囲内で、階調表示時にも良好な表示品位を確保するため、さらに他の評価基準として、各階調 $n$ における方向Aの透過率 $T_{an}$ と、正面方向の透過率 $T_{fn}$ との比率が所定の範囲内であるか否かに基づいて表示品位を判定する場合について説明する。

【0051】すなわち、本実施形態では、図12に示すように、図4に示すS3に代えて設けられたS31において、条件設定部104は、良好な視角特性の条件として、各階調 $n$ における方向Aの透過率 $T_{an}$ と、正面方向の透過率 $T_{fn}$ とが満足すべき比率を設定する。なお、比率自体を設定してもよいが、本実施形態では、方向Aにおける透過率 $T_{an}$ の範囲を設定する。具体的には、例えば、8階調の場合、すなわち、黒が第0階調で、白が第7階調の場合において、正面方向における白

\*たしていることが判る。なお、上記透過率は、空気の透過率を1倍とした値である。また、この場合でも、第1の実施形態と同様に、方向Aの電圧-透過率曲線 $T_a$ に基づいて白電圧 $V_w$ が決定される。したがって、より少ない労力で、所望の視野角 $\alpha$ 内で階調反転せず、しかも、最も透過率が高く(明るく)なるように、液晶表示装置1のパラメータを設定できる。

【0048】ここで、図6および図7と同様に、良好な視角特性が得られた後もリターデーション $R_{lc}$ 、 $R_{th}$ を変化させて、良好な視角特性が得られる範囲を算出すると、図10および図11のようになる。図10において、各線は、上記S21で条件として設定される正面方向の白電圧時の透過率 $T_{fw}$ を0.05～0.45まで0.05刻みに変化させた場合のそれぞれにおいて、当該透過率を達成可能なリターデーション $R_{lc}$ 、 $R_{th}$ の範囲を示す等高線である。上記のうち、実用的な使用に何ら問題がない値として、正面方向の白電圧時の透過率 $T_{fw}=0.2$ を選択すると、図11の範囲となる。同図を詳細に検討すると、視角60度までの範囲で階調反転せず、しかも、正面方向の白電圧時の透過率 $T_{fw}$ を0.2以上にするためには、液晶セル3のリターデーション $R_{lc}$ と、位相差フィルム7a・7bのリターデーションの合計 $R_{th}$ は、以下に示すように、

電圧時の透過率 $T_{fw}$ を100%として正規化すると、正面方向における第6階調の透過率 $T_{f6}$ は、6/7、すなわち、約85.7%となる。この場合、良好な視角特性の条件として、方向Aにおける第6階調の透過率 $T_{a6}$ は、方向Aにおける白電圧時の透過率 $T_{aw}$ を100%として、例えば、80%～95%の範囲に設定される。

【0052】また、本実施形態では、上述のS5にて、白電圧 $V_w$ および黒電圧 $V_b$ を設定した後、印加電圧決定部106は、S32において、シミュレーション処理部102を制御して、白電圧 $V_w$ における正面方向の透過率 $T_{fw}$ と、黒電圧 $V_b$ における正面方向の透過率 $T_{fb}$ とに基づいて、各階調における正面方向の透過率 $T_{fn}$ を算出する。さらに、正面方向の電圧-透過率曲線 $T_f$ から、各階調毎に、各透過率 $T_{fn}$ となる印加電圧を決定する。上述のように、8階調の場合を例にすると、正面方向における第6階調の透過率 $T_{f6}$ は、白電圧時の透過率 $T_{fw}$ の約85.7%になるので、図13に示す正面方向の電圧-透過率曲線 $T_f$ 上において、透過率 $T_{f6}$ の点X6に対応する電圧 $V_6$ が、第6階調の印加電圧 $V_6$ として設定される。

【0053】さらに、各階調の印加電圧が決定されると、S6に代えて設けられたS33において、評価部107は、シミュレーション処理部102を制御して、上記S32で決定された各印加電圧における方向Aの透過

率  $T_{an}$  を導出し、当該透過率  $T_{an}$  が、上記  $S31$  で設定された範囲内か否かを判定する。なお、この場合でも、第1の実施形態と同様に、方向Aの電圧-透過率曲線  $T_a$  に基づいて白電圧  $V_w$  が決定される。したがって、より少ない労力で、所望の視野角  $\alpha$  内で階調反転せず、しかも、当該視野角  $\alpha$  内で最も表示品位が悪い方向でも、正面方向の階調と類似した階調になるように、液晶表示装置1のパラメータを設定できる。

【0054】ここで、図6および図7と同様に、良好な視角特性が得られた後もリターデーション  $R_{lc}$ 、 $R_{th}$  を変化させて、良好な視角特性が得られる範囲を算出すると、図14および図15のようになる。図14において、各線は、第6階調の印加電圧  $V_6$  を加えた場合の\*

$$R_{th} \leq 250 \text{ nm}$$

$$R_{lc} \geq 30 \text{ nm}$$

を満足する必要があることがわかる。

【0055】したがって、上記の式(9)および式(10)を満足するように、液晶セル3および位相差フィルム7a・7bのリターデーション  $R_{lc}$ 、 $R_{th}$  を設定すれば、所望の視野角  $\alpha$  の範囲内で、階調反転せず、しかも、正面方向の階調特性と類似の特性を示す液晶表示装置1を実現できる。

【0056】〔第4の実施形態〕本実施形態では、上記第1ないし第3の実施形態での判定基準全てで表示品位を判定する場合について説明する。すなわち、図16に示すように、本実施形態では、図4の  $S3$  に代わる  $S41$  において、方向Aでのコントラストと、正面方向の明るさと、各階調における方向Aの透過率および正面方向の透過率の関係とが、良好な表示品位の条件として設定される。

【0057】また、図12の  $S32$  と同様の  $S42$  にて、各階調の印加電圧が決定された後、 $S6$  に代わる  $S43$  では、方向Aでのコントラストと、正面方向の明るさと、各階調における方向Aの透過率および正面方向の透過率の関係とが導出され、液晶表示装置1の表示品位が判定される。なお、この場合でも、第1の実施形態と同様に、方向Aの電圧-透過率曲線  $T_a$  に基づいて白電圧  $V_w$  が決定される。したがって、より少ない労力で、所望の視野角  $\alpha$  内で階調反転せず、しかも、第1ないし第3の液晶表示装置の効果と兼ね備えるように、液晶表示装置1のパラメータを設定できる。

【0058】ここで、図7と同様に、良好な視角特性が得られた後もリターデーション  $R_{lc}$ 、 $R_{th}$  を変化させて、良好な視角特性が得られる範囲を算出すると、図17に示すように、図7に示す範囲と、図11に示す範囲と、図15に示す範囲とが重なり合った範囲が得られる。したがって、上述の式(3)～式(10)全てを満足するように、液晶セル3および位相差フィルム7a・7bのリターデーション  $R_{lc}$ 、 $R_{th}$  を設定すれば、正面方向の透過率を損ねることなく、所望の視野角  $\alpha$  の範

\*方向Aにおける透過率  $T_a$  が所定の値になるリターデーション  $R_{lc}$  および  $R_{th}$  の範囲を示す等高線であり、方向Aにおける白電圧印加時の透過率  $T_{aw}$  を100%としたとき、57.5%から95%まで、0.75%刻みの等高線である。上記のうち、実用的な使用に何ら問題がない値として、第6階調の場合で95%から80%の範囲を選択すると、図15の範囲となる。同図を詳細に検討すると、視角60度までの範囲で階調反転せず、しかも、方向Aでの階調特性を正面方向の特性と概ね相似形にするためには、液晶セル3のリターデーション  $R_{lc}$  と、位相差フィルム7a・7bのリターデーションの合計  $R_{th}$  は、以下に示すように、

$$\dots (9)$$

$$\dots (10)$$

範囲内で階調反転せず、最低のコントラストが所定の値以上で、しかも、正面方向と任意方向の階調特性とが類似した液晶表示装置1を実現できる。

【0059】ところで、第1ないし第4の実施形態では、位相差フィルム7a・7bのリターデーションの合計  $R_{th}$  を初期値から変化させると共に、表示品位が悪化した時点で、液晶セル3のリターデーション  $R_{lc}$  を変化させて、上記リターデーション  $R_{th}$  の変更を繰り返しているが、評価地点(リターデーション  $R_{lc}$  および  $R_{th}$  の組み合わせ)の選択方法は、これに限るものではない。例えば、図18に示すように、評価結果に基づいて、両リターデーション  $R_{lc}$ 、 $R_{th}$  の双方を変更しながら、最適値を検索してもよい。

【0060】具体的には、リターデーション  $R_{lc}$  およびリターデーション  $R_{th}$  を軸とする2次元マップ上で、最初は、任意に3点( $R_{lc}$ 、 $R_{th}$ )を選び、各点における液晶表示装置1の表示品位を評価する。例えば、第1の実施形態の例では、各点毎に、図4に示す  $S5$  および  $S6$  の処理を行って、方向Aのコントラストを評価する。

【0061】ここで、各点のうち、評価の低い順から点  $C1$ 、 $C2$  および  $C3$  としたとき、点  $C2$  および点  $C3$  の中点を算出し、点  $C4$  とする。さらに、上記点  $C1$  と点  $C4$  とを基準に、1:2の外分点、中点、2:1の外分点および3:2の外分点を、それぞれ  $D1 \sim D4$  とし算出する。また、各点  $D1 \sim D4$  について、液晶表示装置1の表示品位を評価する。

【0062】さらに、点  $D1 \sim D4$  のうち、最も評価の高い点  $E$  を点  $C1$  と置き換え、点  $E$ 、点  $C2$  および点  $C3$  の評価を比較し、評価の低い順に、新たな点  $C1$ 、 $C2$  および  $C3$  として、点  $D1 \sim D4$  の算出および表示品位の評価を繰り返す。なお、評価は、方向Aのコントラストなどに限るものではなく、方向Aのコントラスト、正面方向の輝度および階調特性などから所定の評価関数で算出される総合評価値に基づいて、総合的に判定

してもよい。

【0063】上記方法でも、白電圧 $V_w$ が方向Aの電圧一透過率曲線Taに基づいて決定されているので、より少ない計算量で、所望の条件を満たすリターデーションRlcおよびRthを算出できる。さらに、当該方法では、図4、図8、図12および図16とは異なり、所望の条件を満たす範囲が算出できないものの、両リターデーションRlcおよびRthの双方を評価結果に応じて調整しているので、上記各図よりも、さらに少ない計算量で、最適な表示品位を持つ液晶表示装置1を製造するためのリターデーションRlcおよびRthを算出できる。

【0064】〔第5の実施形態〕ところで、上記第1ないし第4の実施形態では、例えば、電圧一透過率曲線など、液晶表示装置1の諸特性を導出する際、シミュレーションで算出する場合を例にして説明した。これに対して、本実施形態では、実験によって、諸特性を導出する場合について説明する。

【0065】すなわち、図19に示す演算装置101aでは、図3に示すシミュレーション処理部102およびパラメータ記憶部103に代えて、例えば、演算装置1\*

$$Rth = dth \cdot \{ (n1 + n2) / 2 - n3 \} \quad \dots (11)$$

として算出される。

【0067】この液晶表示装置でも、第1ないし第5の実施形態と同様の方法によって、最適なリターデーションRlcおよびRthの範囲を求めると、それぞれの範囲と同一であることが確認された。

【0068】また、位相差フィルム7a・7bは、2軸屈折率楕円体で表現される位相差フィルムであってもよい。なお、当該フィルムのリターデーションRthも上記式(11)によって算出される。この液晶表示装置でも、第1ないし第5の実施形態と同様の方法で、最適なリターデーションRlcおよびRthの範囲を導出でき、それぞれの範囲と同一であることを確認できた。

【0069】さらに、上記各実施形態では、位相差フィルム7a・7bが液晶セル3の両側に配されている場合を例にして説明したが、片側だけに配してもよい。また、複数種類の位相差フィルムを重ねて、位相差フィルム7a(7b)を実現しても良い。いずれの場合であっても、同様の方法で、リターデーションRlcおよびRthの最適な範囲を導出でき、両偏光素子5a・5b間に配される位相差フィルムのリターデーションの合計Rthと液晶セル3のリターデーションRlcとの最適な範囲は、第1ないし第5の実施形態が示す範囲と同一であることが確認された。

【0070】なお、上記各実施形態では、図2に示す突起34によって、液晶セル3を4分割の垂直配向モードに設定する場合を例にして説明したが、これに限るものではない。例えば、図20に示すように、画素電極33に、面内の形状がL字状で法線方向の形状が山形の突起

\*01aの使用者や測定装置などから、測定結果が入力される測定値入力部108が設けられており、印加電圧決定部106および評価部107は、シミュレーション処理部102からの値と同様の値を測定値入力部108から受け取っている。これにより、第1ないし第4の実施形態と同様の方法で各リターデーションRlcおよびRthを決定でき、同様の結果を導出できる。また、当該構成でも、白電圧 $V_w$ が方向Aの電圧一透過率曲線Taに基づいて決定されるので、より少ない測定回数で、所望の条件を満たすリターデーションRlcおよびRthを算出できる。

【0066】ところで、第1ないし第5の実施形態では、位相差フィルム7a・7bとして、負フィルムを用いた場合を例にして説明したが、これに限らず、正フィルムを用いた場合でも、同様の方法で、最適なリターデーションRlcおよびRthの組み合わせを導出できる。正フィルムは、面内の屈折率 $n1$ 、 $n2$ 、法線方向の屈折率 $n3$ とした場合に、 $n1 > n2 = n3$ となるフィルムであって、そのリターデーションRthは、 $dth$ を兩位相差フィルムの厚みの合計とすると、

35を設けると共に、CF基板の対向電極にも、同様形状の突起36を設けてもよい。なお、基板31a・31bの面内方向における両突起35・36の間隔は、突起35の斜面の法線と突起36の斜面の法線とが一致するように配されている。また、上記各突起35・36は、突起34などと同様に、上記画素電極33および対向電極上に光感応性樹脂を塗布し、フォトリソグラフィ工程で加工することで形成できる。

【0071】上記構造では、突起35のうち、L字の角部の一方部分では、当該部分近傍の領域37・38の液晶分子が山形の両斜面に沿って配向し、基板31a・31bの面内方向において、図1に示す偏光素子5a・5bの吸収軸51a・51bを基準にすると、45度の方向と225度の方向とに配向する。一方、突起35のうち、L字の角部の他方の部分では、当該部分近傍の領域39・40の液晶分子が山形の両斜面に沿って配向し、面内方向において、吸収軸51a・51bを基準にすると、135度と315度の方向に配向する。これにより、図2の場合と同様に、各画素において、液晶分子を4方向に配向分割できる。

【0072】また、配向分割の数も4に限るものではなく、複수에配向分割した垂直配向モードにも適用できる。さらに、図21に示すように、画素電極33に半球状の突起34aを設け、軸対称配向した垂直配向モードの場合に適用してもよい。突起34aは、画素電極(33)をマトリクス状に配列したTFT基板(31aまたは31b)上に、光感応性樹脂を塗布し、フォトリソグラフィ工程で加工することで、各画素毎に1つつつ突

起 34 a を形成できる。いずれの場合であっても、同一の方法でリターデーション  $R_{lc}$  および  $R_{th}$  の最適な範囲を算出でき、同様の範囲が最適であることを確認できた。

【0073】また、例えば、40インチのような大型の液晶テレビを形成する場合、各画素のサイズは、1mm 四方程度と大きくなり、画素電極に1つずつ突起 (34・34 a) を設けただけでは、配向規制力が弱まり、配向が不安定になる虞れがある。したがって、配向規制力が不足する場合には、各画素電極 33 上に複数の突起を設ける方が望ましい。

【0074】

【発明の効果】本発明に係る液晶表示装置は、以上のように、位相差フィルムの厚さ方向のリターデーションの合計  $R_{th}$  と、液晶層のリターデーション  $R_{lc}$  とが、 $R_{th} \leq R_{lc} + 150 \text{ nm}$ 、 $R_{th} \geq 1.25 \cdot R_{lc} - 262.5 \text{ nm}$ 、 $R_{lc} \geq 75 \text{ nm}$ 、および、 $R_{th} \geq 30 \text{ nm}$  を満たしている構成である。

【0075】上記構成では、液晶層および位相差フィルムのリターデーション組み合わせについて上限および下限が設定されており、当該範囲に設定すれば、基板の法線方向から 60 度傾いた方向までの視角範囲全般において、階調反転することなく、コントラスト 5 以上を維持できる。この結果、斜め視角の表示品位の良好な液晶表示装置を確実に実現できるという効果を奏する。

【0076】本発明に係る液晶表示装置は、以上のように、上記構成に加えて、さらに、上記位相差フィルムの厚さ方向のリターデーションの合計  $R_{th}$  と、上記液晶層のリターデーション  $R_{lc}$  とが、 $R_{th} \leq 1.5 \cdot R_{lc} + 80 \text{ nm}$ 、かつ、 $R_{lc} \geq 155 \text{ nm}$  を満たしている構成である。

【0077】当該構成によれば、液晶表示装置の正面方向の透過率を空気の透過率の 0.2 倍以上に保つことができる。この結果、正面方向の輝度、コントラストを損なうことなく、斜め視角の表示品位が良好な液晶表示装置を確実に実現できるという効果を奏する。

【0078】本発明に係る液晶表示装置は、以上のように、位相差フィルムの厚さ方向のリターデーションの合計  $R_{th}$  と、液晶層のリターデーション  $R_{lc}$  とが、 $R_{th} \leq 1.5 \cdot R_{lc} + 80 \text{ nm}$ 、かつ、 $R_{lc} \geq 155 \text{ nm}$  を満たしている構成である。

【0079】上記構成でも、液晶層および位相差フィルムのリターデーション組み合わせについて上限および下限が設定されており、当該範囲に設定すれば、基板の法線方向から 60 度傾いた方向までの視角範囲全般において、階調反転することなく、しかも、正面方向の透過率を空気の透過率の 0.2 倍以上に保つことができる。この結果、正面方向の輝度、コントラストを損なうことなく、斜め視角の表示品位が良好な液晶表示装置を確実に

実現できるという効果を奏する。

【0080】本発明に係る液晶表示装置は、以上のように、上記構成において、上記位相差フィルムの厚さ方向のリターデーションの合計  $R_{th}$  が、 $R_{th} \leq 250 \text{ nm}$ 、かつ、 $R_{lc} \geq 30 \text{ nm}$  を満たしている構成である。

【0081】当該構成によれば、基板の法線方向から 60 度傾いた方向までの視角範囲全般において、正面方向における電圧-透過率特性と概ね相似した電圧-透過率特性を保つことができる。この結果、液晶表示装置に表示される画像は、上記視角範囲のいずれの方向から見ても、各階調間の明るさの比率が概ね同様の値になり、斜め視角の階調特性が良好な液晶表示装置を実現できるという効果を奏する。

【0082】本発明に係る液晶表示装置は、上記各構成に加えて、上記液晶層には、画素毎に液晶分子の応答方向が異なる複数の領域が設けられている構成である。また、本発明に係る液晶表示装置は、上記各構成に加えて、上記液晶層では、画素毎に液晶分子の応答方向が概ね軸対称に設定されている構成である。さらに、本発明に係る液晶表示装置は、上記構成において、上記軸対称配向の軸が各画素毎に複数設けられている構成である。これらの構成によれば、画素の配向分割によって、互いの領域が光学補償しあうので、より斜め視角の表示品位が良好な液晶表示装置を実現できるという効果を奏する。

【0083】本発明に係る液晶表示装置のリターデーション選択方法は、以上のように、液晶層のリターデーションと位相差フィルムのリターデーションとの組み合わせを導出する際、所望の視野角のうち、基板の法線方向から最も傾き、かつ、基板の面内方位が偏光素子の吸収軸と 45 度の角度をなす第 1 の方向における液晶表示装置の電圧-透過率特性を導出し、極大点を白電圧として決定する印加電圧決定工程と、決定された白電圧に基づいて、表示品位が所望の表示品位を満足するか否かを判定する判定工程とを含んでいる構成である。

【0084】上記構成では、所望の視野角と、偏光素子の吸収軸の方向とに基づいて、表示品位が最も悪い第 1 の方向を決定し、当該第 1 の方向の電圧-透過率曲線の極大値を白電圧として決定する。この結果、視野角内で階調反転せず、しかも、最も表示品位の高いリターデーションの組み合わせを、比較的少ない手間で導出できるという効果を奏する。

【0085】本発明に係るリターデーション選択方法は、以上のように、上記構成において、上記判定工程は、上記第 1 の方向におけるコントラストと視野角内で維持すべき最低コントラストとを比較して判定する構成である。

【0086】当該構成によれば、上記視野角内で最も表示品位の悪い第 1 の方向のコントラストが所望の条件を

満たす組み合わせを導出できる。したがって、上記視野角内全域で、少なくとも上記最低コントラストを確保可能なリターデーション組み合わせを比較的少ない手間で導出できるという効果を奏する。

【0087】本発明に係るリターデーション選択方法は、以上のように、上記各構成において、上記条件設定工程で設定される表示品位として、上記基板の正面方向における白電圧印加時の透過率を設定する構成である。当該構成によれば、正面方向の輝度およびコントラストが良好な液晶表示装置を実現するためのリターデーション組み合わせを導出できるという効果を奏する。

【0088】本発明に係るリターデーション選択方法は、以上のように、上記各構成において、さらに、上記白電圧と、上記基板の正面方向における電圧-透過率特性とに基づいて、中間階調の印加電圧を決定する中間階調電圧決定工程を含み、上記条件設定工程で設定される表示品位として、上記正面方向における各階調電圧-透過率特性と、上記第1方向における各階調電圧-透過率特性との相似の程度を設定する構成である。

【0089】上記構成では、上記印加電圧決定工程で決められた白電圧に基づいて、中間階調電圧を決定した後、第1の方向と正面方向との階調電圧-透過率特性について、相似の程度を判定する。この結果、液晶表示装置に表示される画像を上記視野角内のいずれの方向から見た場合であっても、各階調間の明るさの比率が類似するような、リターデーション組み合わせを、比較的少ない手間で導出できるという効果を奏する。

【0090】本発明に係る液晶表示装置のリターデーション選択装置は、以上のように、液晶層のリターデーションと位相差フィルムのリターデーションとの組み合わせを導出する際、所望の視野角のうち、基板の法線方向から最も傾き、かつ、基板の面内方位が偏光素子の吸収軸と45度の角度をなす第1の方向における液晶表示装置の電圧-透過率特性を導出し、極大点を白電圧として決定する印加電圧決定手段と、決定された白電圧に基づいて、表示品位が所望の表示品位を満足するか否かを判定する判定手段とを備えている構成である。

【0091】当該構成のリターデーション選択装置は、上述のリターデーション選択方法で液晶層のリターデーションと位相差フィルムのリターデーションとの組み合わせを導出するので、視野角内で階調反転せず、しかも、最も表示品位の高いリターデーションの組み合わせを、比較的少ない手間で導出できるという効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示すものであり、液晶表示装置の要部構成を示す構成図である。

【図2】上記液晶表示装置において、画素電極の構造を示す斜視図である。

【図3】上記構成の液晶表示装置において、液晶層のリ

ターデーションと位相差フィルムのリターデーションとの最適な組み合わせを導出する演算装置の要部構成を示すブロック図である。

【図4】上記リターデーション組み合わせの導出方法を示すフローチャートである。

【図5】上記方法で参照される値を説明するものであり、液晶表示装置の電圧-透過率曲線を示すグラフである。

【図6】上記方法で導出されたリターデーション組み合わせの範囲を示すグラフである。

【図7】上記方法で導出されたリターデーション組み合わせの範囲のうち、好適な範囲を示すグラフである。

【図8】本発明の他の実施形態を示すものであり、上記リターデーション組み合わせの導出方法を示すフローチャートである。

【図9】上記方法で参照される値を説明するものであり、液晶表示装置の電圧-透過率曲線を示すグラフである。

【図10】上記方法で導出されたリターデーション組み合わせの範囲を示すグラフである。

【図11】上記方法で導出されたリターデーション組み合わせの範囲のうち、好適な範囲を示すグラフである。

【図12】本発明のさらに他の実施形態を示すものであり、上記リターデーション組み合わせの導出方法を示すフローチャートである。

【図13】上記方法で参照される値を説明するものであり、液晶表示装置の電圧-透過率曲線を示すグラフである。

【図14】上記方法で導出されたリターデーション組み合わせの範囲を示すグラフである。

【図15】上記方法で導出されたリターデーション組み合わせの範囲のうち、好適な範囲を示すグラフである。

【図16】本発明のまた別の実施形態を示すものであり、上記リターデーション組み合わせの導出方法を示すフローチャートである。

【図17】上記方法で導出されたリターデーション組み合わせの範囲を示すグラフである。

【図18】上記各実施形態の変形例を示すものであり、評価対象となるリターデーション組み合わせの選択方法を説明する説明図である。

【図19】本発明の他の実施形態を示すものであり、上記演算装置の他の構成例を示すブロック図である。

【図20】上記各実施形態の変形例を示すものであり、画素電極の構造を示す平面図である。

【図21】上記各実施形態の他の変形例を示すものであり、画素電極の構造を示す斜視図である。

#### 【符号の説明】

1	液晶表示装置
5 a・5 b	偏光素子
7 a・7 b	位相差フィルム

23	
31a・31b	基板
32	液晶層
51a・51b	吸収軸
101・101a	演算装置（リターデーション選択装置）

104

106

段)

107

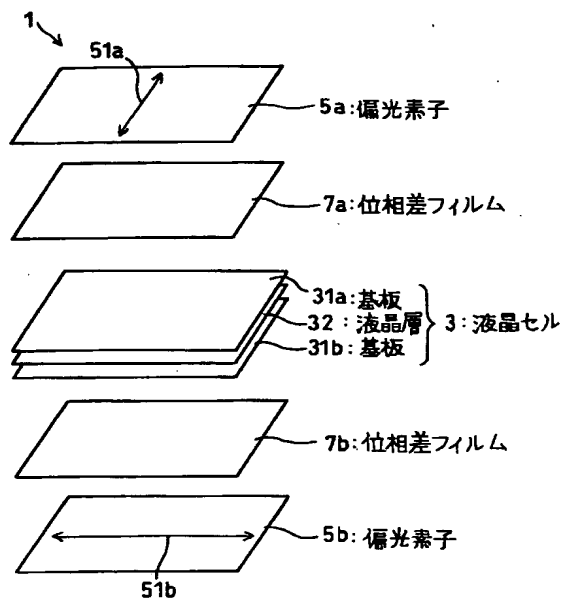
24

条件設定部（条件設定手段）

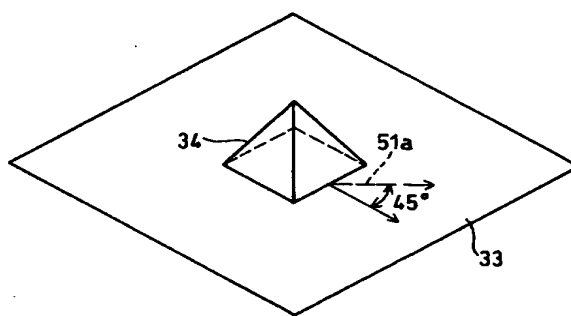
印加電圧決定部（印加電圧決定手

評価部（判定手段）

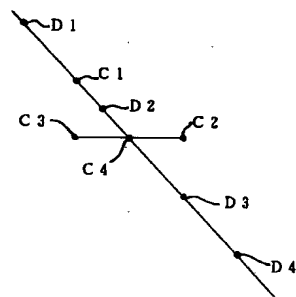
【図1】



【図2】

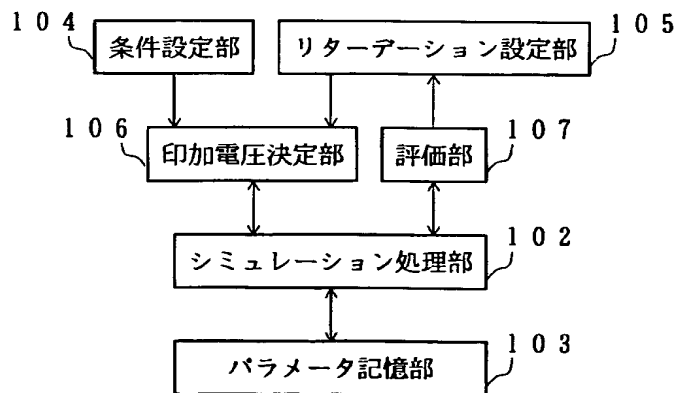


【図18】

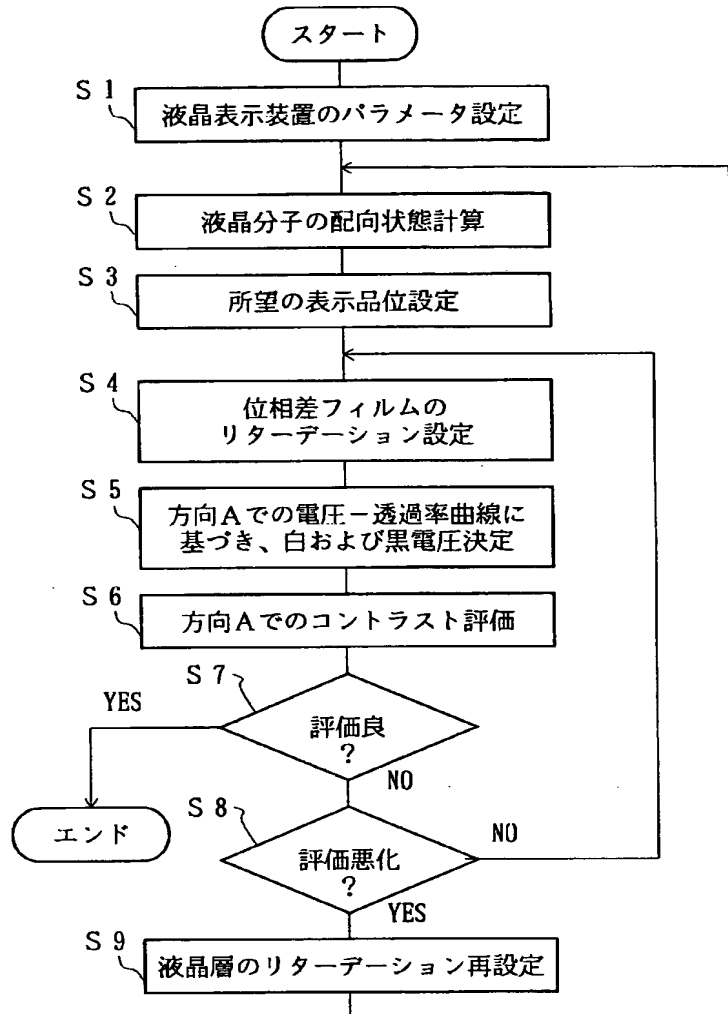


【図3】

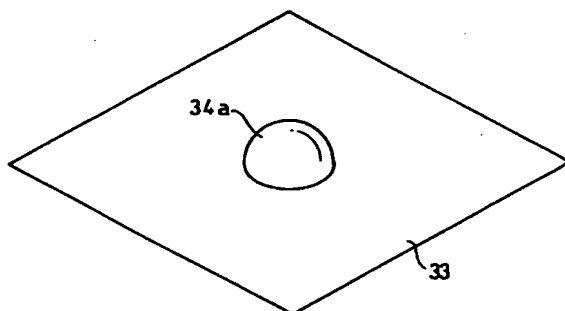
101



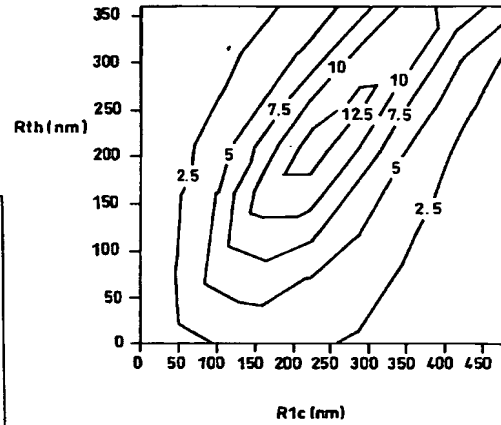
【図 4】



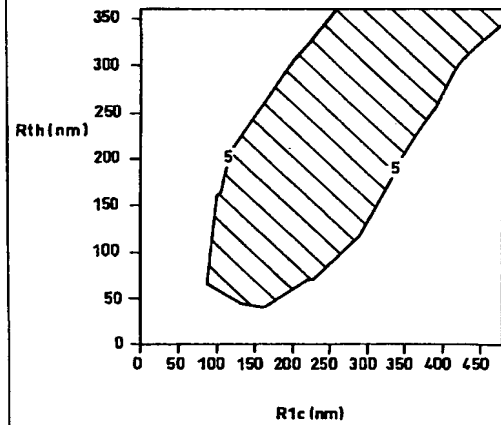
【図 21】



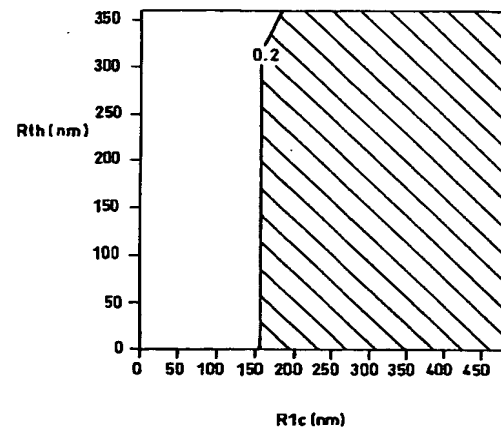
【図 6】



【図 7】

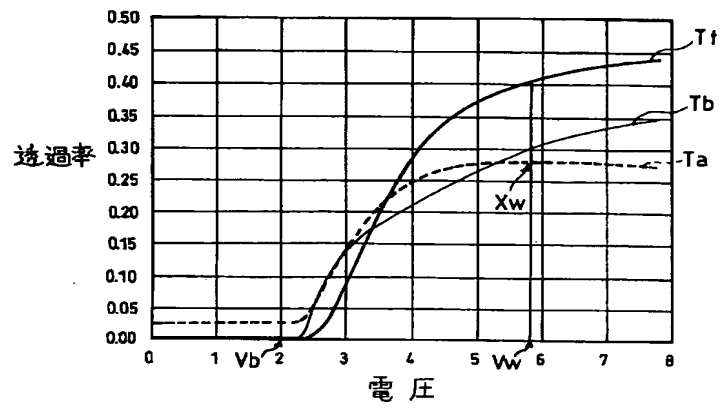


【図 11】

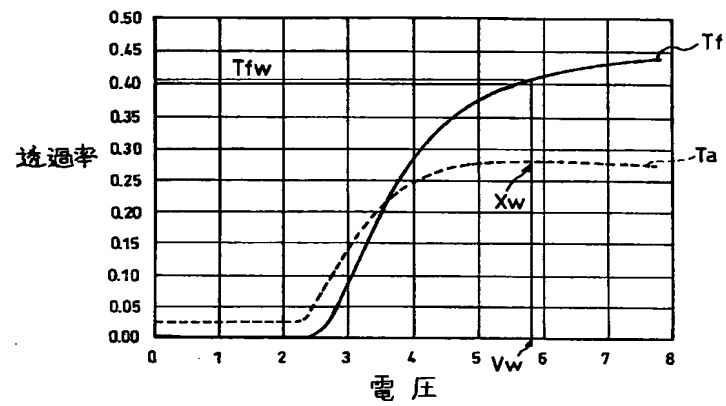




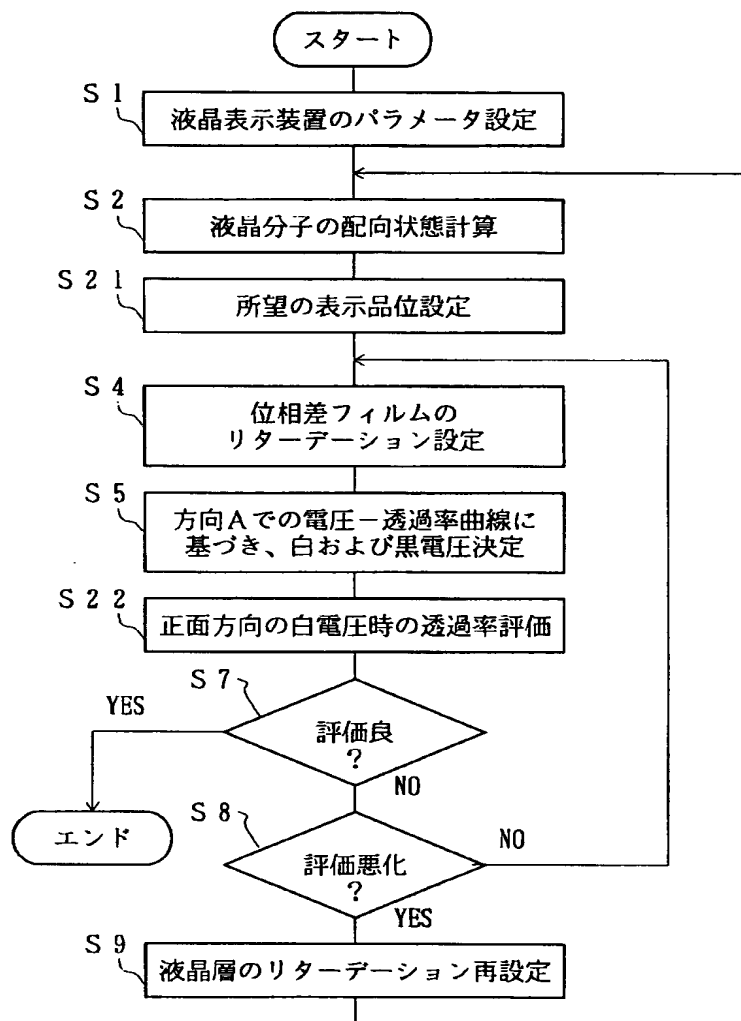
【図 5】



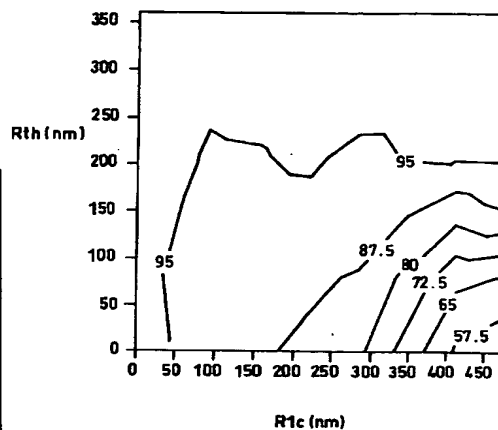
【図 9】



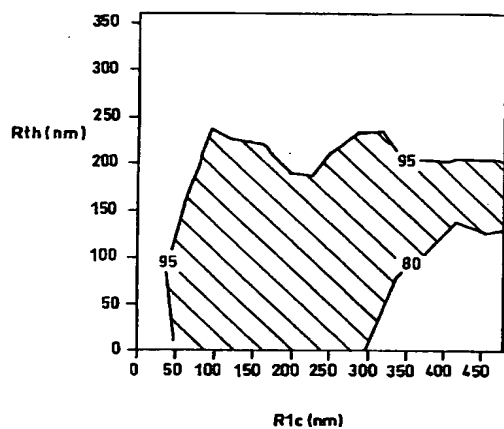
【図 8】



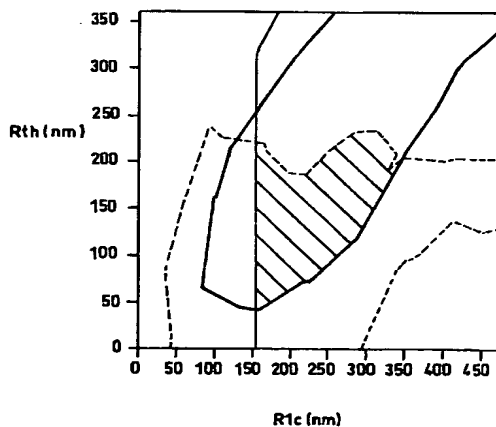
【図 14】



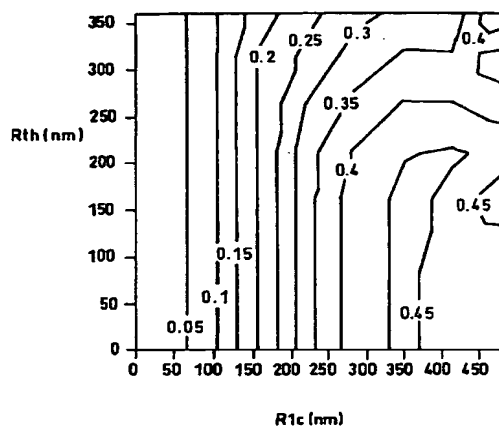
【図 15】



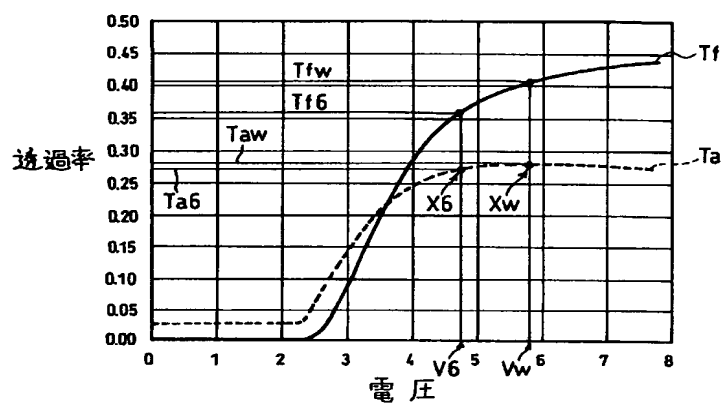
【図 17】



【図 10】

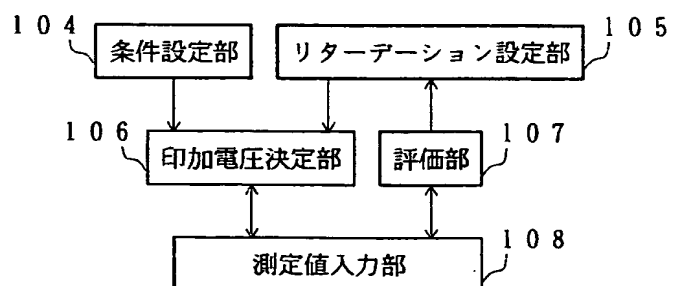


【図 13】

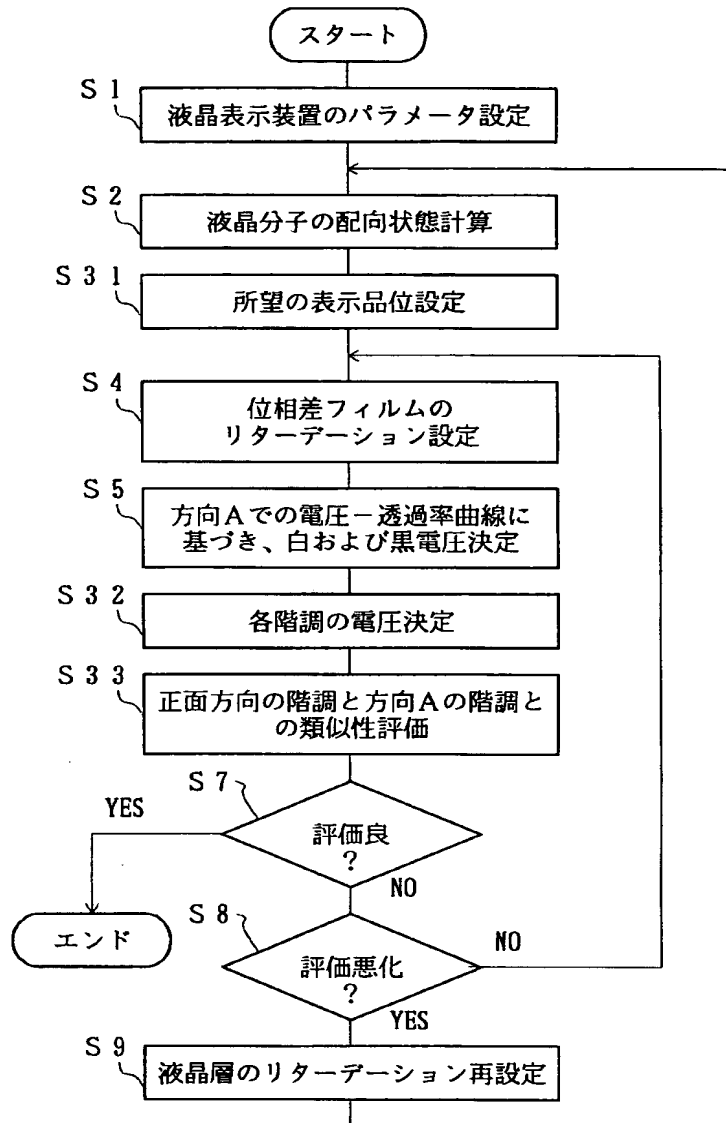


【図 19】

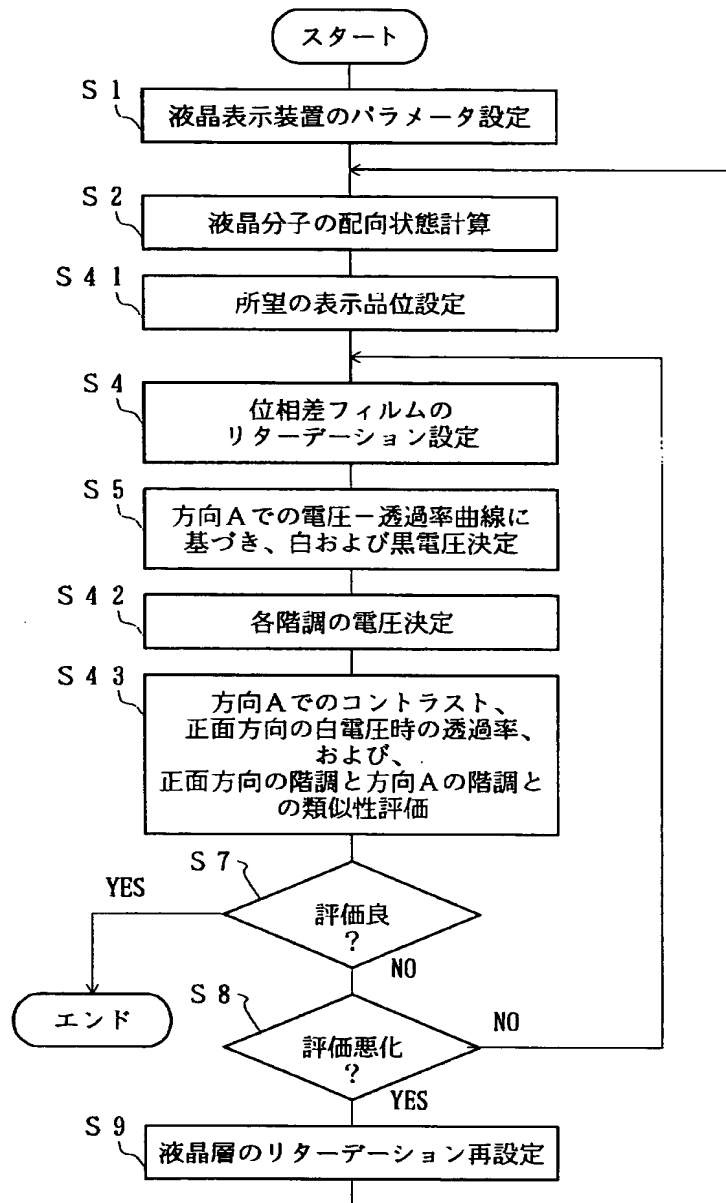
101a



【図12】



【図16】



【図 20】

